



(19) **RU** (11) **2 079 163** (13) **C1**  
 (51) Int. Cl.<sup>6</sup> **G 05 D 7/00**

RUSSIAN AGENCY  
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

## (12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 4831301/09, 28.09.1990

(30) Priority: 29.09.1989 CA 614,540  
 20.04.1990 US 07/512,300

(46) Date of publication: 10.05.1997

(71) Applicant:  
 Ortech Korporejshn (CA)

(72) Inventor: Stiven A.Karter[CA],  
 Brajan S.Vill'jamson[CA], Karl Kh.Kozole[CA]

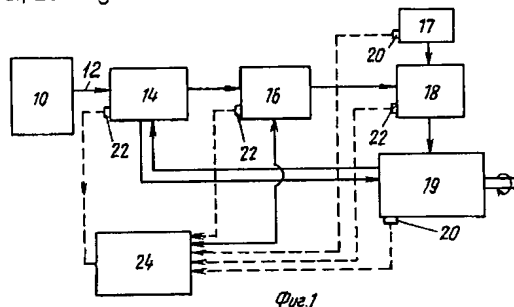
(73) Proprietor:  
 Ortech Korporejshn (CA)

## (54) DEVICE REGULATING FLOW RATE OF FLUID MEDIUM (VARIANTS)

(57) Abstract:

FIELD: automatic control of flow rate of fluid media. SUBSTANCE: invention refers specifically to automatic control devices to feed fuel which present compressed fluid medium into internal combustion engines. Device regulating flow rate of fluid medium has collection of main lines pieced in parallel between common inlet and outlet. Each main line has valve with drive ensuring their selected opening and shutting and pulse mode of operation. Sizes of holes in main lines are so chosen that their capacities so correspond with each other that they are proportional to one of collection. Proportionality factors in this

case present power series related to corresponding variant of invention. EFFECT: improved functional reliability of device. 3 cl, 20 dwg



RU 2 079 163 C1

RU 2 079 163 C1

Изобретение относится к классу устройств автоматического управления расходом текучей среды, и в частности к классу устройств автоматического управления подачей топлив, представляющих собой сжимаемую текучую среду, в двигатели внутреннего сгорания.

Если впуск топлива производится через единственный клапан, дозированная масса топлива подается в общий входной трубопровод. Конструкция такого устройства впуска, предназначенного для работы со сжимаемыми топливами, такими, как метан и пропан, раскрыта в "Устройстве регулирования режима течения топлива с электронным управлением" [1] Устройство имеет дозирующий клапан, выполненный в виде множества параллельных линий, каждая из которых содержит электромагнитный клапан, управляемый цифровыми сигналами, которые вырабатываются электронным цифровым процессором. Размеры проходного сечения клапана и соответствующие расходы газа через клапан пропорциональны ряду мощностей в квадрате, а перепад давления топлива в данном устройстве поддерживается таким, что через открытые отверстия обеспечивается критический или дроссельный режим работы.

Известно устройство управления расходом, содержащее множество магистралей, параллельно соединенных между общим входом и общим выходом, на каждой из которых установлен клапан, снабженный электромагнитным приводом, подключенным к средству управления, обеспечивающему выборочное открытие и закрытие клапанов с обеспечением импульсного режима их работы [2] Это устройство является наиболее близким решением по отношению к изобретению.

Двигатели транспортных средств должны работать в широком динамическом интервале значений расходов топлива, обычно значение расходов изменяется от 1 до 35. При любом значении подачи топлива в этом интервале система должна быть способной обеспечить регулирование величины подачи топлива с точностью 0,25% что и является задачей изобретения.

В соответствии с целью изобретения предлагается устройство автоматического управления расходом текучей среды на участке от общего входа до общего выхода. Устройство состоит из множества магистралей, проводящих текучую среду, имеющих разную проводимость. Эти магистрали соединяют параллельно между общим входом и общим выходом так, что суммарный расход на участке от общего входа до общего выхода равен сумме расходов через каждую отдельно взятую магистраль. Кроме того, устройство включает двухпозиционные клапана-регуляторы расхода, установленные в каждой магистрали, причем по крайней мере один из этих клапанов работает в импульсном режиме, датчики для измерения параметров текучей среды, достаточных для определения массы потока, которая может пройти через каждый клапан-регулятор, когда он находится в открытом состоянии, и средства управления, предназначенные для управления комбинациями открытых и закрытых клапанов-регуляторов и опроса

датчиков для определения массы потока, которая может пройти через каждый клапан-регулятор, исходя из измеренных параметров текучей среды. Суммарный расход текучей среды, проходящий через общий выход, представляет собой базовый расход, величина которого определяется открытием выбранных клапанов-регуляторов, что обеспечивает непрерывное течение с заданными параметрами, регулирование с дискретным шагом базового расхода осуществляют с помощью открытия и закрытия клапанов-регуляторов в определенных комбинациях, приращение расхода текучей среды в пределах дискретного шага обеспечивают открытием по крайней мере одного импульсного клапана на долю заданного периода времени для обеспечения заданного среднего расхода в течение этого периода времени.

На фиг. 1 представлена блок-схема двигателя транспортного средства, оснащенного устройством топливного питания в соответствии с предпочтительным вариантом осуществления изобретения; на фиг. 2 блок-схема регулятора давления топлива для устройства подачи топлива по фиг. 1; на фиг. 3 разрез регулятора давления топлива для устройства подачи топлива по фиг. 1 по линии 3а-3а на фиг. 4; на фиг. 4 вид снизу регулятора давления топлива; на фиг. 5 - вертикальный вид сбоку регулятора давления топлива; на фиг. 6 сечение по линии 3-3 на фиг. 4, показывающее элементы входного штуцера для топлива; на фиг. 7 сечение по линии 3е-3е на фиг. 4, показывающее элементы конструкции предохранительного клапана; на фиг. 8 блок-схема дозирующего топливного клапана для устройства подачи топлива по фиг. 1; на фиг. 9 вид сверху дозирующего топливного клапана для устройства подачи топлива по фиг. 1; на фиг. 10 вид спереди дозирующего топливного клапана; на фиг. 11 вид сбоку дозирующего топливного клапана; на фиг. 12 графическое изображение вида сверху электронной платы блока управления дозирующего клапана; на фиг. 13 - сечение по линии 6-6 на фиг. 9; на фиг. 14 вид сверху блока клапанов дозирующего топливного клапана, показывающий открытые детали канала высокого давления; на фиг. 15 вид сверху блока клапанов дозирующего топливного клапана, показывающий скрытые детали канала низкого давления; на фиг. 16 вид сверху блока клапанов дозирующего топливного клапана, показывающий скрытые детали канала охлаждения; на фиг. 17 сечение по линии 7-7 на фиг. 14; на фиг. 18 разрез канала подвода воздуха в двигатель, демонстрирующий вариант топливовоздушного смесителя для использования с устройством топливного питания по фиг. 1; на фиг. 19 разрез канала подвода воздуха в двигатель, демонстрирующий еще один вариант топливовоздушного смесителя с насадком, предназначенного для использования с устройством топливного питания по фиг. 1; на фиг. 20 блок-схема компьютера и датчиков, установленных с целью управления дозирующим клапаном, а также датчиков, используемых для определения необходимого режима дозирующего клапана.

На фиг. 1 изображена блок-схема

предпочтительного варианта реализации устройства, являющегося предметом изобретения. В этом устройстве топливо находится под давлением в баллоне 10, давление изменяется в зависимости от вида топлива, например природный газ обычно содержит под давлением около 3000 фунтов на кв. дюйм, а пропан под давлением менее 312 фунтов на кв. дюйм, количества топлива в баллоне 10 и температуры топлива.

Из баллона 10 топливный трубопровод 12 ведет к регулятору давления топлива 14, в котором давление топлива понижается для уровня, пригодного для дозирования, он также гарантирует, что топливо, подлежащее дозированию, представляет собой газ. От регулятора 14 топливо поступает к дозирующему устройству или клапану 16, который осуществляет подачу топлива в топливоздущный смеситель 18, который обычно устанавливают за входом 17 воздуха в двигатель и в котором топливо смешивается с поступающим воздухом и всасывается в двигатель 19.

Дозирующий клапан 16 осуществляет подачу топлива в соответствии с потребностью двигателя 19, которая определяется посредством различных датчиков 20, служащих для фиксирования эксплуатационных параметров двигателя, и посредством других датчиков 22, фиксирующих параметры топлива и эксплуатационные параметры дозирующего клапана 16. Показания, полученные с помощью датчиков 20 и 22, подаются в компьютер 24, управляющий устройством, который запрограммирован таким образом, что управляет дозирующим клапаном 16 в соответствии с потребностями двигателя в топливе, что обеспечивается обработкой показаний датчиков.

Газовый баллон 10 и топливный трубопровод 12 являются обычными, и, как уже отмечалось выше, они предназначены для подачи топлива в регулятор давления 14, который будет описан со ссылками на фиг. 2 и 3.

Фиг. 2 представляет собой блок-схему, показывающую основные компоненты регулятора 14 и прохождения через него топлива (показано стрелками 15). Топливный трубопровод 12 подсоединяется к регулятору с помощью обычного входного штуцера. Затем топливо проходит через фильтр 26 для удаления из него всех частиц. За фильтром 26 установлен отсечной электромагнитный клапан 28, рассчитанный на высокое давление и предназначенный для прекращения подачи топлива при включении двигателя.

Давление топлива есть функция количества топлива в баллоне 10 и температуры топлива. Таким образом, посредством измерения температуры и давления топлива может быть определено количество топлива в баллоне. С этой целью за отсечным электромагнитным клапаном 28 установлен датчик высокого давления 30. Сигнал от датчика 30 поступает в компьютер 24 устройства, который запрограммирован таким образом, что посредством совместной обработки показаний датчика высокого давления с показаниями датчика температуры (не показан) вычисляет количество топлива.

После электромагнитного клапана 28

топливо высокого давления проходит через перенастраиваемый регулятор давления 32, который настраивают таким образом, чтобы он понижал давление топлива до заданного уровня, например давление природного газа, находящегося в баллоне, равное 3000 фунтов на кв. дюйм, может быть понижено до 100 фунтов на кв. дюйм.

Внезапное расширение топлива приводит к соответствующему падению его температуры. В частности, при использовании газообразного топлива желательно поддерживать температуру топлива по возможности ближе к температуре окружающей среды, чтобы сохранить топливо в газообразном состоянии и максимизировать удельную энергию топлива; что касается пропана, то значительное понижение температуры может привести к конденсации его в жидкое состояние; что касается природного газа, то еще меньшее падение температуры может привести к образованию гидратов, пористого, похожего на лед вещества, образующегося из-за присутствия воды в топливе, замерзающей и образующей кристаллы с молекулами топлива, которые закупоривают трубопровод и блокируют движение топлива. Для того чтобы не допустить такого переохлаждения, применяют подогрев блока в данном примере с помощью пропускания жидкости, используемой для охлаждения двигателя, по каналу 34 в блоке регулятора.

В случае отказа клапана-регулятора 32, возможно с одновременным отказом электромагнитного клапана 28, высокое давление, например, находящегося в баллоне природного газа может привести к взрывоподобному разрушению регулятора. Чтобы минимизировать такую возможность, за регулятором 32 установлен предохранительный клапан 36, предназначенный для выпуска топлива при увеличении его давления выше заданного предела, прежде чем произойдет разрушение регулятора 14 и дозирующего клапана 16.

На фиг. 3-5 показано расположение различных компонентов регулятора давления 14, смонтированного на блоке регулятора или корпусе 38. Поскольку регулятор должен быть размещен в ограниченном пространстве двигательного отсека транспортного средства, изделие выполнено компактным и размещено так, что различные коммуникации, соединяющие изделие с другими компонентами двигателя, могут быть легко подсоединены, при этом эффективно используется пространство.

На фиг. 3 изображен регулятор, ориентированный особым способом, показан корпус 38 регулятора, детали клапана-регулятора 32, установленного в верхней части корпуса, электромагнитный клапан высокого давления 28, смонтированный в корпусе сбоку, и детали датчика высокого давления 30 и предохранительного клапана 36, установленный в нижней части корпуса.

Входной штуцер 42 (фиг. 3) установлен для подсоединения топливного трубопровода 12, идущего от газового баллона 10. Штуцер 42 закреплен на основном корпусе 38 регулятора при входе в канал высокого давления 44 и установлен в ступенчатом цилиндрическом канале 45, в котором

расположен цилиндрический металлокерамический фильтр 26, желательно изготовленный из стали или латуни. Фильтр 26 относительно длинный (обычно 2 см) и соответственно имеет очень большую площадь поверхности, такую, что падение давления на фильтре 26 минимально. Кроме того, на случай закупоривания фильтра 26 он выполнен достаточно прочным, чтобы противостоять давлению топлива, не разрушаться и не повредить внутренние детали регулятора. Фильтр 26 удерживается на своем месте фиксирующей пружиной 46, один конец которого примыкает к поверхности входного штуцера 42 и прижат к кольцевому уплотнению 48, расположенному у входа в канал 44.

Сразу за каналом высокого давления 44 расположен электромагнитный клапан высокого давления 28 (фиг. 3), который в отключенном состоянии изолирует регулятор 14 от топливного баллона 10. Канал 44 пересекается с первой входной камерой 51 для сообщения с входным отверстием 53, ведущим во вторую главную входную камеру.

Электромагнитная катушка 50 запитывается током при включении зажигания транспортного средства для открытия топливного канала между камерой 51 и отверстием 53, а по причине относительно высокого давления подачи топлива имеется электромагнитный клапан, в котором установлены вспомогательный поршень, запираемый электромагнитом, и главный поршень 52, 54, работа которых будет описана ниже.

Электромагнитная катушка 50 расположена внутри оболочки 56, закрепленной на корпусе с помощью оси 58 электромагнита. Катушка 50 полая и содержит внутри цилиндрическую часть 60 оси 58, установленную без зазора. Один конец 62 оси 58, снабженный резьбой, выходит из центрального отверстия 64 в оболочке 56, на него накручивается соответствующая гайка 66, которая прикрепляет оболочку 56 и катушку 50 к оси 58. Другой конец 68 оси также имеет резьбу, но выполнен с большим диаметром и предназначен для ввинчивания в резьбовое отверстие 70 в корпусе 38 регулятора.

Ось 58 сплошная примерно до половины длины от конца 62. Остальная часть оси 58 полая и содержит поршни 52, 54. Главный поршень 54 выступает за торец оси 58. Когда электромагнит отключен, входное отверстие 53 закрыто, главный поршень 54 опирается на поверхность выступающего цилиндрического элемента 74, окружающего отверстия 53. Примыкающий к отверстию 53 торец поршня имеет цилиндрическую проточку 78, в которую вставлена эластичная цилиндрическая прокладка 80, обеспечивающая уплотнение с выступающим элементом 74. Центральное отверстие 81 проходит через поршень 54 и прокладку 80 к противоположному торцу главного поршня 54, примыкающему к вспомогательному поршню 52. На этом торце главного поршня 54 имеется выступающий ниппель 84, представляющий собой отверстие 90 относительно малого диаметра (порядка 0,016 дюйма).

Поршень 54 представляет собой цилиндр и установлен в отверстии оси по посадке с достаточно малым зазором. Для обеспечения

перетекания текучей среды между первой входной камерой 51 и зазором 88 между торцами примыкающий торец главного поршня имеет конус, а на наружной поверхности поршня нарезаны четыре продольных шлица 92, назначение которых будет описано ниже.

В запертом положении торец вспомогательного поршня 52 подпирает ниппель 84 главного поршня 54 и перекрывает отверстие 90. Торец поршня 52 имеет цилиндрическое глухое отверстие 94, в которое вставлена эластичная цилиндрическая прокладка 96, подпирающая ниппель 84. Противоположный торец вспомогательного поршня выполнен в виде усеченного конуса 102. Торец этого конуса имеет кольцевую опорную площадь 104 и цилиндрический выступ 106 для установки спиральной пружины 108, противоположный конец которой опирается на торцевую стенку 110 оси. Пружина 108 действует на выталкивание поршня 52, 54, закрывая входное отверстие 53. Пружина 108 установлена в цилиндрическом глухом отверстии 112 в оси, и торец оси 58 выполнен в виде усеченного конуса 114 с углом при вершине 60°, соответствующего усеченному конусу, выполненному на торце вспомогательного поршня 52, торцы поршня и оси 58, выполненные в виде усеченного конуса, позволяют увеличить рабочий ход поршня.

Когда катушка 50 запитана электрическим током, вспомогательный поршень 52 втягивается в направлении торцевой стенки 110, сжимая пружину 108. В первый момент главный поршень 54 остается на месте, так как сила давления, действующая на торец поршня 54, удаленный от входного отверстия, больше, чем сила давления газа в главной входной камере, действующая на площадь, ограниченную отверстием 53, и втягивающей силы, действующей на поршень 54 со стороны запитанного электромагнита 50. Когда вспомогательный поршень 52 втянут, отверстие 90 открывается и газ высокого давления проходит из входной камеры 51 через шлицы 92 к торцу 54, удаленному от отверстия 53, далее в отверстие 81 и затем в отверстие 53. Через короткое время давление в отверстии 53 повышается до такого уровня, что силы давления, действующие на поршень 54, уравниваются и сила притяжения, действующая на поршень со стороны запитанного электромагнита, становится достаточной для втягивания поршня 54, позволяя, таким образом, газу проходить мимо торца поршня, прилегающего к отверстию 53, непосредственно от входа в отверстие 53.

Отверстие 53 ведет в главную входную камеру, которая образована камерой 116, расточенной в корпусе в виде центрального отверстия. Датчик давления 30 образует одну из торцевых стенок камеры 116 и имеет соединительную часть 120 с резьбой для ввинчивания в соответствующее резьбовое отверстие 122. Другой торец камеры имеет дозирующее отверстие 127, в которое вставлен дозирующий шток 126 перенастраиваемого клапана-регулятора 32. Дозирующее отверстие ведет в выходную камеру 160.

Детали клапана 32 установлены в верхней

части корпуса 38 регулятора и расположены внутри корпуса пружины или кожуха 128, отлитого из цинка и имеющего резьбу 130 в нижней части для соединения с соответствующей резьбовой частью 132 на корпусе 38 регулятора, и вентилирующее отверстие 133, расположенное над нижней резьбовой частью 130. В верхней части кожуха 128 находится компрессионная пружина 134, верхний конец пружины опирается на опору 136 пружины, положение опоры регулируется вращением утопленного регулировочного винта 138, вставленного в резьбовое отверстие 140 в верхней части кожуха 128.

Дозирующий шток 126 состоит из увеличенной цилиндрической головки с коническим основанием, эластичного уплотнения 142 штока, расположенного между головкой и дозирующим отверстием 127. Уплотненная часть 143 штока 136 проходит через отверстие 127 и соединяется с держателем 144 штока, который удерживает дозирующий шток в отверстии 127.

Держатель 144 штока примыкает к торцевой чашке диафрагмы, прикрепленной к опоре 158 пружины. Нижний конец компрессионной пружины 134 опирается на опору 158 пружины, проходит через успокоитель 156 пружины, профилированный под чашку диафрагмы, и давит через опору 158 пружины и опорную прокладку диафрагмы 152 на диафрагму 150, закрепленную подогнутой кромкой в кольцевом желобе 151, выполненном в верхней части корпуса 38. Диафрагма удерживается прижатой к корпусу 38 под действием силы пружины. С другой стороны диафрагмы 150 расположена амортизирующая пружина 146, лежащая внутри оттяжной пружинящей шайбы 148 и установленная между нижней поверхностью диафрагмы 150 и корпусом 38 регулятора.

Между держателем 144 штока и торцевой чашкой 156 диафрагмы расположена втулка упора 154 диафрагмы, также имеющая фланец упора, выступающий в направлении наружу из участка втулки внутри оттяжной пружинящей шайбы 148, и расположена вертикально между диафрагмой 152 и корпусом 38, ограничивая таким образом движение диафрагмы 150 вниз. Фланец упора располагается над кольцевой крестообразной конфигурацией 154 на корпусе 38 над дозирующим отверстием 127.

Для настройки регулятора торцевая опора 136 пружины выполнена подвижной, таким образом, можно изменять силу действия пружины на диафрагму 150. Силе пружины противодействует сила давления дозированного топлива в камере 160, действующая на противоположную сторону диафрагмы 150. Когда давление в камере 160 падает, сила пружины отводит шток от седла отверстия 127 и позволяет топливу проходить мимо штока 126, давление топлива падает при дросселировании во время прохождения топлива мимо штока.

Газ более низкого давления перетекает в кольцевую камеру 160, образованную каналом, выполненным в верхней части корпуса регулятора, канал выполнен в виде утопленной дуговой проточки 162, один торец которой сообщается с входным штуцером 166 (фиг. 4). Штуцер 166 установлен в отверстии,

пересекающемся с одним из торцов дуговой проточки 162.

Предохранительный клапан 36 (фиг. 5) расположен в цилиндрическом отверстии 174 в основании корпуса, которое пересекается с горизонтальным выпускным отверстием 177, отверстие 174 переходит в отверстие меньшего диаметра 176, которое пересекается с другим торцом дуговой проточки 162. Предохранительный клапан в штатном режиме уплотняет торец отверстия 176 и открывается при повышении давления в камере 160 выше допустимого уровня, выпуская газ из регулятора через одно или два выпускных отверстия в зависимости от варианта. В данном примере выпускное отверстие 179, расположенное по одну сторону предохранительного клапана 177, заглушено, в то время как в отверстии 183, которое пересекается с другим торцом выпускного отверстия 177, установлен вертикальный выходной штуцер 181.

Предохранительный клапан 36 более детально показан на фиг. 7 в открытом положении и состоит из корпуса 180 клапана, поршня 182 предохранительного клапана, стремящегося закрыть щель 188 при основании отверстия 176, и компрессионной пружины 184, действующей между поршнем 182 и корпусом 180. Торец 186 поршня 182, закрывающий щель 188 предохранительного клапана, состоит из седла 190 предохранительного клапана, удерживаемого на своем месте шайбой и крепежным винтом 194, имеющим гальваническое покрытие.

Торец пружины 184, не действующий на поршень, установлен на основании 198 пружины, положение которого может регулироваться с помощью регулировочного винта 200, к которому имеется доступ с внешней стороны регулятора.

Торец корпуса 180 имеет вентиляционное отверстие 202, в котором установлен вентиляционный фильтр 204. Уплотнительные кольца 206, 208 установлены между корпусом 38 и корпусом 180 и между поршнем предохранительного клапана и корпусом предохранительного клапана.

При открытии клапана, как показано на чертеже, топливо может перетекать из камеры 160 в отверстие 176, мимо торца поршня 182 в выходное отверстие 177. Из выходного отверстия топливо течет по выходному штуцеру 181 (фиг. 5), который может быть соединен со шлангом, по которому топливо удаляется из зоны двигателя.

В случае отказа клапана-регулятора пропускная способность предохранительного клапана и присоединенных выходных штуцеров не позволит возрасти давлению в регуляторе до опасно большого значения. Это должно предотвратить разрушение регулятора и последующее повреждение транспортного средства.

Как было отмечено ранее, расширение топлива в регуляторе приводит к падению температуры топлива. Желательно минимизировать результирующее падение температуры, чтобы не допустить падения температуры топлива ниже критической величины и сжижения топлива (касается только пропана). Также в охлажденном топливе могут образоваться гидраты, что приведет к сужению проходного сечения и

закупориванию проходных каналов регулятора. Поскольку проблемы, связанные с гидратами, чаще возникают с таким топливом, как природный газ, а не с пропаном, то в общем предпочтительно поддерживать температуру регулятора достаточной для предотвращения образования льда во внутренних полостях корпуса.

Обогрев регулятора осуществляют посредством использования хладагента двигателя, обычно воды или антифриза, который пропускают через корпус 38. Вход для обогревающей жидкости расположен в нижней части корпуса (фиг. 4). Для другого варианта вход 211 выполнен сбоку корпуса, неиспользуемый вход заглушен (в данном варианте заглушен вход 211). Канал 34, по которому проходит обогревающая жидкость, имеет U-образную форму и проходит внутри корпуса к выходу 212, расположенному рядом с входом 210. Канал 34 примыкает к топливному входу 44, расположенному в самой "глубокой" части регулятора, таким образом, прохождение канала в этой части обеспечивает большую длину обогревательного канала и более эффективно для обогрева регулятора.

На фиг. 4 видно, что одна сторона корпуса имеет плоскую поверхность 214 для монтажа, снабженную резьбовыми отверстиями 216, в которые заворачиваются болты, предварительно пропущенные через соответствующую крепежную конструкцию. Следует также отметить, что монтажная сторона регулятора не имеет входных и выходных отверстий, которые могли бы затруднить монтаж.

Из регулятора 32 топливо теперь уже с давлением, пригодным для дозирования, проходит через трубопровод к дозирующему клапану 16, показанному в виде блок-схемы фиг. 8 и далее на фиг. 9 14.

Топливо с отрегулированным давлением проходит из регулятора через вход 220, оснащенный фильтром 221, во входной трубопровод 222. Этот трубопровод сообщается, в данном варианте, с восемью двухпозиционными топливными инжекторами и ведет к выходу, связанному с топливоздушным смесителем. На фиг. 8 показаны различные датчики и электрическая схема управления, которые будут описаны далее.

На фиг. 9 представлен вид сверху, а на фиг. 10 и 11 представлены вертикальные виды спереди и сбоку. Далее термин "продольный", при использовании в отношении к корпусу клапана, показывает направление, перпендикулярное сечению по линии 6 6 на фиг. 9, в то время как термин "поперечный" показывает направление, параллельное линии сечения.

Как упоминалось ранее со ссылкой на фиг. 8, топливо проходит через вход 220, оснащенный фильтром 221, в главный входной трубопровод 222 и подходит к восьми двухпозиционным топливным клапанам-регуляторам расхода 224 231, имеющим разные проходные сечения. Шесть инжекторов "большого расхода" 224 - 229 смонтированы на одной плоскости, и два инжектора "низкого расхода" или импульсные 230, 231 смонтированы параллельно друг другу и перпендикулярно остальным

инжекторам между монтажными стойками 300, 302. Общий выходной трубопровод 232 связан с выходами инжектора и ведет к выходу 233 клапана (фиг. 8).

Входной канал выполнен таким образом, что все отверстия инжекторов фактически работают при одном и том же неизменном давлении независимо от комбинации открытых отверстий. Кроме того, выходной канал выполнен таким образом, что все отверстия работают при таком достаточно низком давлении за ними, что обеспечивается звуковой режим истечения через каждое инжекторное отверстие независимо от комбинации открытых клапанов. В этом описании термин "звуковой" используется для того, чтобы указать на критический режим истечения через отверстия или на то, что распределение давления за отверстием не влияет на скорость движения потока через отверстие. Эти каналы будут описаны в основном со ссылками на фиг. 14 17, за описанием входного канала последует описание устройства инжекторов, согласно фиг. 13, и описание входного канала.

На фиг. 14 15 показан блок дозирующих клапанов 17, и каждый из чертежей изображает различные особенности каналов, выполненных в корпусе клапана. Сначала рассмотрим фиг. 14, на которой показан входной канал.

Вход 220 расположен в торце корпуса клапана. Имеется входной штуцер 304 (фиг. 9), на котором выполнен прилив 306, предназначенный для подсоединения шланга, к штуцеру подсоединяют шланг (не показан), идущий от регулятора. Нижняя часть штуцера 304 вставлена во втулку 308, выступающую из корпуса клапана и содержащую фильтр (не показан). Цилиндрическое продольное отверстие 310, начинающееся от втулки 308 и проходящее внутрь корпуса клапана, пересекается с двумя параллельными продольными отверстиями 312, 314, идущими от другого торца корпуса клапана. Эти отверстия 312, 314 пересекаются с вертикальными отверстиями, выполненными для установки в них шести инжекторов 224 229 большого расхода. Поперечное отверстие 316 пересекается с входным отверстием 310 для обеспечения подачи топлива к инжекторам 230, 231 низкого расхода, которое связано с входами инжекторов со стороны верхнего торца инжекторов 230, 231 и выполнено в крепежной планке 300.

Для инжекторов низкого расхода возможно также увеличить входное отверстие для того, чтобы создать ловушки для сбора посторонних примесей, содержащихся в топливе, это особенно полезно при дозировании пропана, поскольку пропан часто содержит маслянистый и порошкообразный осадок, который способен в противном случае закупорить отверстия.

Как видно из чертежей и устройства входного канала, канал газового питания разделяется между инжекторами низкого расхода и инжекторами расхода, то есть для инжекторов низкого расхода используется верхний канал, в то время как для инжекторов высокого расхода используется нижний канал. Фиг. 13 представляет собой увеличенный разрез по плоскости, проходящей поперек дозирующего клапана, и показывает детали двух инжекторов высокого расхода

(крепление, двух инжекторов низкого расхода не показано). Инжектор 224, изображенный справа на фиг.13, показан в закрытом положении, а инжектор 225, изображенный на чертеже слева, показан в открытом положении и обеспечивает зазор 234 для прохождения топлива из входного канала 222 или отверстия 314 через отверстие инжектора 236 в выходной канал 233 (фиг.8). Отверстие 236 выполнено во втулке 238, сделанной из немагнитного материала, которая установлена в отверстии 240 большого диаметра, выполненном в корпусе дозирующего клапана или, в другом варианте, этот узел может быть выполнен как неотъемлемая часть единого инжектор. Однако установка отделяемой втулки позволяет конструировать каждый инжектор из стандартных деталей, отличающихся только втулками или, в частности, диаметрами отверстий во втулках.

Втулка 238 состоит фактически из верхней цилиндрической части 242 с фланцем 243, выполненным на ее основании и имеющим размер для скользящей посадки внутрь ступенькой отверстия 240. Отверстие 236 расположено в центре верхней цилиндрической части 242 и окружено выступающей губой 244, которая возвышается над плоскостью верхнего торца цилиндрической части 242.

Внизу за фланцем 243 расположена проточка 246 несколько меньшего диаметра, чем отверстие 240, а ниже проточки расположена цилиндрическая часть 248, имеющая диаметр, по-существу соответствующий диаметру отверстия 240, которая образует кольцевое пространство 250 между втулкой и стенкой отверстия 240. Эластичное кольцо 252 установлено в пространстве 250.

Отверстие проходит сквозь втулку и должно предпочтительно сначала сужаться, а затем расширяться, имея короткую цилиндрическую часть 258 и отверстие в форме усеченного конуса 260, выходящего в выходной канал. При использовании отверстия такой формы перепад давления, необходимый для обеспечения звукового режима истечения через отверстие, может быть достаточно мал 15% в то время как для отверстия с постоянным поперечным сечением перепад давления скорее всего составит большую величину 53%

Для обеспечения немедленного заполнения топливного канала при открытии инжектора верхняя часть 242 втулки располагается в камере 262, выполненной в корпусе клапана и окруженной поверхностью отверстия 240, образующей пространство, которое пересекается с одним из отверстий 312, 314. Верхняя часть каждой камеры содержит нижнюю часть электромагнитного плунжера 264 инжектора, имеющего возможность перемещаться, открывая и закрывая отверстие. На нижней торцевой поверхности 266 плунжера установлено уплотнение в виде эластичной шайбы 268 для создания уплотнения с выступающей губой 244 втулки, когда инжектор находится в закрытом состоянии. В другом варианте может быть использовано уплотнение типа металл по металлу. В трубчатую втулку инжектора 248, выполненную из немагнитного материала, вставлен плунжер 264 по

скользящей посадке, трубчатая втулка имеет посадочное место 286, которое установлено в расширенной части 288 камеры 262, посадочное место 286 формирует собой верхнюю стенку топливopриемного пространства камеры 262. Посадочное место 286 фактически представляет собой кольцо и имеет кольцевую проточку 290 со скошенным основанием, предназначенную для образования пространства между посадочным местом 286 и корпусом клапана, в котором находится эластичное кольцо 292. Пружина сжатия 285 установлена на плунжере 264 и опирается на трубчатую втулку, создавая усилие, прижимающее плунжер к отверстию.

Верхняя часть трубчатой втулки крепится в контур 294 магнитной крышки, внутри которого находится магнитная катушка инжектора. Кожух закреплен на верхнем посадочном месте трубчатой втулки и на корпусе клапана.

Как было сказано ранее, инжекторы низкого расхода в данном варианте конструкции дозирующего клапана используют поток топлива, идущий по верхнему каналу, и представляют собой фактически обычные бензиновые инжекторы, такие, как, например, конструкции Лукаса FJ 12.

Нижне инжекторов высокого расхода расположены продольные отверстия 320, 321, которые принимают газ после прохождения им инжекторов. Три инжектора сообщаются с главным выходным отверстием 320 (фиг.15), а другие три сообщаются с отверстием меньшего диаметра 321, которое связано с главным выходным отверстием 320 поперечным каналом 322 (фиг.15). Поперечное отверстие 322 пересекается также с выходами инжекторов низкого расхода в стойке 302. Главное выходное отверстие 320 проходит до торца корпуса клапана, где в него установлен выходной штуцер 334, имеющий прилив 326 для установки шланга (фиг. 11).

Для простоты конструкции корпус клапана изготавливают высверливанием отверстий в монолитном блоке. Различные отверстия блока выполняют высверливанием, открытые торцы отверстий закрывают пробками.

Клапан, представленный на чертежах, предназначен для использования при дозировании как природного газа, так и пропана, хотя обычное применение пропана, вероятно, потребует большего числа инжекторов, причем инжекторы должны иметь втулки с отверстиями большего диаметра (пропан имеет более низкое давление, следовательно, занимает больший объем). При использовании как природного газа, так и пропана желательно предотвратить охлаждение топлива до температуры, при которой в топливе начинают образовываться гидраты, или топливо переходит в жидкое состояние, о чем говорилось выше. Чтобы минимизировать такую возможность, в корпусе клапана имеется канал 450 (фиг.16), предназначенный для транспортировки обогревающей жидкости, используемой для охлаждения двигателя, так же, как это сделано в регуляторе. Этот канал проходит вокруг отверстий, в которых установлены шесть инжекторов высокого расхода. При входе 452 (фиг.11) в этот канал установлен

соответствующий входной штуцер, вставленный в короткое цилиндрическое продольное отверстие, которое пересекается с вертикальным отверстием 454, которое в свою очередь ведет к камере 456 электромагнитного клапана.

Электромагнитный клапан 458 (фиг.11), установленный на торце блока клапанов и предназначенный для управления потоком текучей среды через канал, образован тремя пересекающимися отверстиями 460, 462, 464.

В нижней части блока имеется ниша 466 (фиг.17), в которой установлены различные датчики и силовая транзисторная схема, необходимые для управления инжекторами. В корпусе клапана установлены три датчика давления: датчик выходного давления 340 (фиг.12 и 15), измеряющий давление топлива за инжекторами, топливо подводится к датчику по глухому поперечному отверстию 341, которое пересекается с главным выходным отверстием 320 и сообщается с датчиком 340, установленным в вертикальном отверстии 342, выполненном со стороны ниши; датчик входного или отрегулированного давления 334 (фиг.12, 14 и 15) расположен в вертикальном отверстии 338, сообщаемым с поперечным отверстием 336, которое пересекается с входным отверстием 312 (фиг.17); и датчик абсолютного давления 343 во входном канале (MAP-manifold absolute pressure), который измеряет давление во впускном канале двигателя посредством вакуумированной трубки. Посредством считывания величины давления, измеряемой датчиком выходного давления, перед пуском двигателя, возможно также получить величину барометрического давления. Возможна также установка датчика температуры регулируемого потока топлива (фиг.8).

Как видно из фиг.17, поперечное отверстие 336 датчика входного давления только "подрезает" входное отверстие 312 и сообщение между этими отверстиями осуществляется через прорезь в верхней стенке отверстия 312. Это сделано для минимизации попадания любой грязи или посторонних включений, находящихся в топливе, в канал датчика давления. Канал датчика выходного давления расположен сходным образом.

Может быть также установлен датчик температуры для измерения температуры топлива в отверстии, выходящем из инжектора низкого расхода.

Все датчики подсоединены к плате электронного управления 344 (фиг.13) дозирующего клапана, на которой размещена силовая транзисторная схема, управляющая инжекторами. В процессе работы инжекторов эта схема нагревается и произведенное тепло рассеивается через корпус клапана. На фиг.8 представлены различные датчики и соответствующая электросхема. Выходной разъем 346 (фиг. 12) установлен на одном из торцов платы 344 и выходит через прорезь 348 в стенке 350 ниши.

Открытый торец ниши может быть закрыт прямоугольной крышкой 352, прикрепленной к корпусу клапана с помощью крепежных винтов.

Как уже было сказано ранее, компьютер управления устройством выборочно управляет инжекторами для обеспечения

заданной подачи топлива в двигатель. Устройство управления включает датчики, служащие для фиксирования различных параметров работы двигателя и состояния топлива и определения, таким образом, потребности двигателя в топливе. Различные другие эксплуатационные параметры вспомогательного оборудования данного устройства и двигателя также определяются и используются для обеспечения точного управления дозирующим клапаном и, таким образом, для точного управления подачей топлива в двигатель.

Изменение расхода топлива обеспечивается открытием определенных инжекторов высокого расхода для обеспечения основной составляющей расхода и желательно также открытием по крайней мере какого-либо из инжекторов низкого расхода на заданное время или работой инжекторов низкого расхода в импульсном режиме.

Размеры отверстий инжекторов выбирают таким образом, чтобы обеспечить выгодный ряд значений проходных сечений, с помощью различных сочетаний которых можно обеспечить оптимальное питание топливом в широком динамическом диапазоне, обычно 1 40 или 1 35. Размер отверстий или точнее различные массовые расходы топлива, проходящего через каждое из отверстий инжекторов, требует точного определения для того, чтобы минимизировать необходимое количество инжекторов и снизить количество случаев закрытия инжекторов.

Массовый расход через отверстие при звуковом режиме истечения:

$$Q_{\text{факт.}} = C \cdot A \cdot P \sqrt{\left\{ \frac{g \cdot K}{R \cdot T} \cdot \frac{2}{(K+1)} \right\}^{(K+1)/(K-1)}}, \quad (1)$$

где С коэффициент расхода для отверстия;

А площадь отверстия;

Р абсолютное статическое давление;

g размещенный коэффициент;

К коэффициент температурного расширения текучей среды (зависит от температуры);

Т статическая температура газа сразу перед отверстием;

Р универсальная газовая постоянная.

Величины С, А, g постоянны для каждого отверстия, совместное влияние величин А и С определяется опытным путем при испытании каждого отверстия во время сборки дозирующего клапана, в то время как величины Р и Т определяются датчиками для фиксирования фактического расхода через каждое отверстие, а величины К и R могут быть рассчитаны для известного газа или могут быть оценены по показаниям датчиков. Для простоты последующее описание последовательности величин расхода топлива через отверстия будет дано при условии, что температура и давление постоянны.

Каждое из дозирующих отверстий  $M_0$ ,  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$  и  $M_n$  обеспечивает соответствующий расход газа  $Q_0$ ,  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$  и  $Q_n$ .

В одной идеальной последовательности размеры отверстий выбирают так, чтобы величины массовых расходов выражались следующей последовательностью:

$$Q_0 \ 2^0 Q_0 \ 1 \cdot Q_0$$

$$\begin{aligned} Q_1 & 2^0 Q_0 \quad 1 \cdot Q_0 \\ Q_2 & 2^1 Q_0 \quad 2 \cdot Q_0 \\ Q_3 & 2^2 Q_0 \quad 4 \cdot Q_0 \\ Q_{n-1} & 2^{n-2} Q_0 \\ Q_n & 2^{n-1} Q_0 \end{aligned}$$

В реальном клапане каждый из массовых расходов для первых двух отверстий ( $Q_0$  и  $Q_1$ ) должен быть несколько больше, чем  $1 \cdot Q_0$  (для идеального клапана). Следует отметить, что в этой последовательности величины расходов, за исключением первых двух, изменяются согласно обычному удвоению.

Согласно другой идеальной последовательности размеры отверстий выбирают так, чтобы величины расходов выражались следующей последовательностью:

$$\begin{aligned} Q_0 & 2^0 Q_0 \quad 1 \cdot Q_0 \\ Q_1 & 2^0 Q_0 \quad 1 \cdot Q_0 \\ Q_2 & 2^1 Q_0 \quad 2 \cdot Q_0 \\ Q_3 & 2^2 Q_0 \quad 4 \cdot Q_0 \\ Q_{n-1} & 2^{n-2} Q_0 \\ Q_n & 2^{n-2} Q_0 \end{aligned}$$

В реальном клапане каждый из массовых расходов для первых двух отверстий ( $Q_0$  и  $Q_1$ ) должен быть несколько больше, чем  $1 \cdot Q_0$  (для идеального клапана).

Следует отметить, что в этой последовательности величины расходов, за исключением первых двух и последней величины расхода, которая равна предпоследней величине расхода, изменяются согласно обычному удвоению. В выбранной автором идеальной последовательности размеры отверстий выбираются так, чтобы величины массовых расходов выражались следующей последовательностью:

$$\begin{aligned} Q_0 & 2^0 Q_0 \quad 1 \cdot Q_0 \\ Q_1 & 2^0 Q_0 \quad 1 \cdot Q_0 \\ Q_2 & 2^1 Q_0 \quad 2 \cdot Q_0 \\ Q_3 & 2^2 Q_0 \quad 4 \cdot Q_0 \\ Q_{n-3} & 2^{n-2} Q_0 \\ Q_{n-2} & 2^{n-3} Q_0 \\ Q_{n-1} & (Q_{n-3}) + (Q_{n-2}) \quad 2^{n-4} Q_0 + \\ & 2^{n-3} Q_0 (2^{n-4} + 2^{n-3}) Q_0 \\ Q_n & (Q_{n-3}) + (Q_{n-2}) \quad 2^{n-4} Q_2 + 2^{n-3} Q_0 (2^{n-4} + \\ & 2^{n-3}) Q_0 \end{aligned}$$

В реальном клапане каждый из массовых расходов для первых двух отверстий ( $Q_0$  и  $Q_1$ ) должен быть несколько больше, чем  $1 \cdot Q_0$  (для идеального клапана).

Следует отметить, что в этой последовательности величины расходов, за исключением первых двух и последующих двух, которые являются одинаковыми, а также суммы третьей и четвертой с конца величин расходов изменяются согласно обычному удвоению.

Поскольку последовательности одинаковые, за исключением величин расходов через последние два отверстия, то каждая из последовательностей может быть определена характеристикой последних двух величин расходов, а именно: последние две величины подчиняются закону простого удвоения (ZNB-lost nafural binary),

последние две величины имеют одинаковые значения (ZTE-last tibo equal) и после две величины равны сумме предыдущих двух величин (ZLS-last tibo equal the sum).

В выбранных устройствах расход через первые два инжектора равен расходу через третий инжектор. Такое условие предпочтительно по двум причинам: при работе инжектора в импульсном режиме для обеспечения непрерывного переменного расхода на выходе инжектора может быть использована только часть величины расхода на установившемся режиме, который способен пропустить инжектор, поэтому необходима некоторая резервная возможность; и если резерв избыточного расхода существует, он может быть использован для компенсации как ошибки мгновенного расхода, так и ошибки установившегося расхода через все инжекторы.

Использование только части величины расхода на установившемся режиме через инжектор вызывает необходимость включать импульсный инжектор один раз за каждый цикл дозирования. Известное (подтверждающееся опытом) описание расхода через импульсный инжектор может быть выражено следующей формулой:

$$Q(T) = Q(S) \left[ \frac{T_{on} - T_{open} + T_{close}}{T_{on} + T_{off}} \right],$$

где  $Q(T)$  расход через инжектор, работающий в импульсном режиме;  $Q(S)$  расход через инжектор при установившемся режиме;

$T_{on}$  интервал времени, в течение которого подается сигнал включения инжектора;  $T_{open}$  время, необходимое для открытия инжектора;  $T_{close}$  время, необходимое для закрытия инжектора;  $T_{on} + T_{off}$  время между искровыми разрядами на свечах зажигания.

За дозирующим клапаном дозированное топливо смешивается с воздухом прежде, чем будет подано в двигатель. Топливо и воздух удобно смешивать в или после воздушного фильтра двигателя. Топливный смеситель 360 и топливный насадок 362, использование которых удобно в данной обстановке, показаны на фиг. 18 и 19. Как топливный смеситель 360, так и топливный насадок 362 приспособлены для обеспечения распыления топлива в потоке воздуха. В данном устройстве топливо подается от дозирующего клапана с избыточным давлением, предпочтительно с давлением между 1 и 2 фунтов на кв. дюйм.

На фиг. 18 показан смеситель 360, приспособленный для установки во впускном воздушном канале 364 между воздушным фильтром и блоком клапанов. Смеситель 360 включает прямоугольный входной штуцер 366 для подсоединения трубопровода (не показан), идущего от выхода дозирующего клапана, вход 366 ведет внутрь распылительной трубки 368, снабженной серийю отверстий 370, через топливо смешивается с воздухом, втягиваясь в двигатель. Торцы распылительной трубки выходят через отверстия 372, 374, выполненные во впускном канале 364, и закреплены с одной стороны с помощью

входного штуцера 366, а с другой стороны опорой 376 распылительной трубки. Уплотнительные шайбы 378, 380 установлены между входным штуцером 366 и опорой 376 трубки и полостями 382, 384, выполненными снаружи впускного воздушного канала 364, а крепежные гайки 386, 388 установлены внутри канала 364 для крепления трубки 368 к входному штуцеру 366 и опоре 376.

Насадок 362, показанный на фиг. 19, включает простой расширяющийся конус 390, прикрепленный к прямоугольному входному штуцеру 396, и предназначен для установки на воздушном фильтре, вероятнее всего, на крышке воздушного фильтра или во входном патрубке. В показанном варианте насадок показан прикрепленным к крышке 392 воздушного фильтра, уплотнительная шайба 394 установлена между крышкой 392 и входным штуцером 396. Конус 390 имеет расширяющийся выходной канал, способствующий перемешиванию топлива с входящим воздухом.

При установке в крышке воздушного фильтра над каждым клапанным отверстием устанавливают насадок.

Крышка воздушного фильтра предпочтительное место установки на непосредственно устанавливаемые воздушные фильтры как средство минимизировать задержки на переходных режимах и минимизировать объем "скрытого" топливного заряда перед клапанами.

Управление дозирующим клапаном.

Для управления работой дозирующего клапана для обеспечения правильной подачи топлива требуется теоретическое моделирование потребности двигателя в топливе, которое получают посредством вычисления массы воздуха, проходящей через двигатель. Для работы на звуковом режиме массовый расход через инжекторы дозирующего клапана линейно зависит от абсолютного входного давления (при постоянной температуре). Таким образом, различные потребности в топливе двигателей различного размера могут быть в широком диапазоне приспособлены с помощью регулировки входного давления дозирующего клапана, используя следующее уравнение для расчета необходимой производительности устройства:

$$P_{(psiq)} = K_R \left[ \frac{P}{0,32 \text{ HVM}_{\max}} (70) + 30 \right], \quad (2)$$

где  $K_R$  константа, зависящая от характеристик регулятора;  
 $P_p$  максимальная мощность двигателя (кВт);

$Z \text{ HVM}$  минимальная теплотворная способность топлива (кДж/град);  
 $m_{\max}$  максимально возможный расход

при 100 psiq (изб. давление в фунтах на кв. дюйм) (гр/с).

Такая регулировка достигается настройкой регулятора давления. Как было сказано ранее, мгновенный расход топлива вычисляется исходя из массового расхода воздуха через двигатель. Массовый расход воздуха (MAF) вычисляется следующим образом:

$$\text{MAF} = \frac{K \cdot n_{\text{air}} \cdot D \cdot \text{RPM} \cdot \text{MAP} (1 - \text{ECP}) \cdot \eta_{\text{vol}}}{(T_{\text{mix}})} \quad (3)$$

Требуемый расход топлива

$m_{\text{CNG}} = \text{MAF} / \lambda$ , (3a)

где  $K$  константа преобразования;

$n_{\text{air}}$  доля воздуха в топливной смеси, поступающей в двигатель;

$D$  объем двигателя (л);

$\text{RPM}$  скорость вращения двигателя (об/мин);

$\text{MAP}$  абсолютное давление во впускном трубопроводе (дюймов рт. ст.);

$\eta_{\text{vol}}$  объемный к.п.д. функция от  $\text{MAP}$ ,  $\text{RPM}$ ;

$T_{\text{mix}}$  абсолютная температура всасывающего воздуха около впускного клапана ( $^{\circ}\text{C}$ );

$\lambda$  массовое соотношение воздуха и топлива.

Как видно из равенства (3), определение массового расхода требует измерения температуры воздуха около впускного клапана ( $T_{\text{mix}}$ ). Для существующих транспортных средств ввиду неудобства послепродажной установки датчика температуры около впускного клапана требуется определять повышение температуры всасываемого воздуха около впускного клапана, исходя из расположения датчика температуры воздуха, который обычно устанавливают в воздушном фильтре. Моделирование температуры смеси ( $T_{\text{mix}}$ )  $^{\circ}\text{K}$  около впускного клапана включает вычисление с использованием калиброванных и измеряемых данных:

$$T_{\text{mix}} = T_s - (T_s - (T_s - T_{\text{ia}})^{\text{exp}}) \times \left\{ \frac{K_1 \cdot 2^{0,6} \cdot L}{(\text{RPMp.p.} \cdot D)^{0,4} (\text{MAF})^{0,2}} \right\} + T_{\text{uni}},$$

$$T_{\text{ia}} = \frac{1,007(A)(\text{LAMBDA})(T_{\text{air}}) + 2,23(T_{\text{fuel}})}{1,007(A)(\text{LAMBDA}) + 2,23} - \frac{K_2 (\text{RPMp.p.}) (D)}{\text{MAF}},$$

для односторонних головок  $O$  для головок с перекрестным течением или каналов  $V$ -типа,  
 $T_{\text{air}}$  температура входящего воздуха ( $\text{K}$ );

$T_{\text{fuel}}$  температура топлива ( $\text{K}$ );

$Z$  число цилиндров;

$L$  длина впускного канала (м);

$\text{RPMp.p.}$  скорость вращения двигателя при максимальной мощности (об/мин);

$D$  объем двигателя (л);

$A$  стехиометрическое отношение воздух/топливо;

$\text{LAMBDA}$  номинальный коэффициент избытка воздуха, вычисленный в реальном времени;

$K_1$ ,  $K_2$  константы, определяемые эмпирически;

$\text{MAF}$  массовый расход воздуха (г/с) (выч. из равенства (1) при  $T_{\text{mix}}$   $T_{\text{air}}$ ).

На фиг. 20 представлена блок-схема соответствующего компьютера и датчиков, установленных с целью управления дозирующим клапаном для обеспечения необходимых расходов топлива, как было описано выше, а также показаны датчики,

используемые для определения необходимого режима дозирующего клапана.

Линии 400 подачи питания в устройство включают провод, идущий от аккумуляторной батареи? и общий привод. Аналогичные входы 402 представляют собой параметры двигателя 404, параметры системы топливного питания 406, прочие параметры 408 и несколько запасных линий 410 для возможных дополнительных данных. Параметры двигателя 404 включают температуру жидкости в системе охлаждения двигателя, температуру поступающего воздуха, абсолютное давление во впускном трубопроводе и концентрацию окислов в выхлопном газе. Параметры системы топливного питания включают давление топлива в газовом баллоне (манометр), давление топлива после регулирования (абсолютное) и температуру топлива после регулирования. Прочие входные параметры включают барометрическое давление, напряжение на аккумуляторной батарее и эталонное напряжение (5 В, постоянный ток).

Аналогичные входные параметры преобразовываются в цифровые сигналы, предназначенные для вычислений.

Цифровые входы 412 представляют собой главным образом характеристики состояния и включают входные данные от пускового электромагнитного клапана включателя режима работы на бензине, включателя режима работы на природном газе или пропане, рециркулятора выхлопных газов (EGR Exhaust gas Recirculator) и ключа зажигания.

Входы 414, предназначенные для параметров скорости вращения двигателя, относятся к быстрым входным данным и включают кольцевой отрицательный провод, являющийся датчиком частоты вращения двигателя, а также возможно входные данные, касающиеся фактической скорости транспортного средства. В данном конкретном случае при установке на обычное транспортное средство с бензиновым питанием могут быть использованы некоторые другие быстрые входные параметры посредством подключения к фирменным (OEMs-original engine manufacturer's) линиям данных 416, таким, как датчик верхней мертвой точки, датчик детонации и датчик концентрации окислов в выхлопном газе.

Может быть также обеспечен ввод данных от топливного манометра, расположенного на приборной доске.

Калиброванные входы 418 установлены для соединения с синхронным серийным портом 419 с целью калибровки датчиков для регистрации верхней мертвой точки, детонации, концентрации окислов в выхлопных газах и топливного манометра, расположенного на приборной доске.

Входы подключены к компьютерному блоку 420, включающему аналого-цифровой преобразователь (для аналоговых входных данных), таймер, микропроцессор, EPR OM (стираемое программируемое постоянное запоминающее устройство), драйверы шины данных и батарею (для резервного питания).

Выходные сигналы из компьютерного блока 420 проходят через буфер 422 выходных сигналов для обеспечения стандартного выходного напряжения 423.

Другие выходные сигналы из компьютерного блока проходят через драйверы 424 с током насыщения к пороговому электромагниту 425 (EGR) и к компенсатору холостого хода 427, установка которого необязательна.

Драйверы 426 с током насыщения 2А предназначены для выходов 427 для управления электромагнитным бензоклапаном или реле, установленных на транспортных средствах, работающих на двух видах топлива, электромагнитом, установленным в регуляторе давления, и электромагнитным клапаном подачи охлаждающей жидкости.

Имеется также множество линий передачи сигналов 428 для дозирующего клапана один проводник для каждого электромагнита дозирующего клапана. При использовании обычного природного газа должно быть задействовано семь или восемь выходов 429, а для пропана или LPG (сжиженный (нефтяной) газ (смесь пропана и бутана)) может потребоваться девять или десять инжекторов и выходов. Как было отмечено ранее, со ссылкой на фиг. 12, из-за того, что высокоамперные драйверы, управляющие "гистерезисом" тока, нагреваются, их устанавливают в корпусе дозирующего клапана.

Для лучшей компенсации ошибок в подаче топлива в систему управления включены активная система обратной связи с датчиком концентрации окислов и постоянно действующее адаптирующееся устройство регистрации.

### Формула изобретения:

1. Устройство управления расходом текучей среды, содержащее множество магистралей, параллельно соединенных между общим входом и общим выходом, на каждой из которых установлен клапан, снабженный приводом, подключенным к средству управления, обеспечивающему выборочное открытие и закрытие клапанов с обеспечением импульсного режима их работы, отличающееся тем, что пропускные способности указанных магистралей соотносятся друг с другом так, что пропорциональны одной из множества, причем коэффициенты пропорциональности представляют собой следующий степенной ряд:  $2^0, 2^0, 2^1, 2^2, 2^{n-2}$  и  $2^{n-1}$ , где  $n + 1$  число магистралей.

2. Устройство управления расходом текучей среды, содержащее множество магистралей, параллельно соединенных между общим входом и общим выходом, на каждой из которых установлен клапан, снабженный приводом, подключенным к средству управления, обеспечивающему выборочное открытие и закрытие клапанов с обеспечением импульсного режима их работы, отличающееся тем, что пропускные способности указанных магистралей соотносятся друг с другом так, что пропорциональны одной из множества, причем коэффициенты пропорциональности представляют собой следующий степенной ряд:  $2^0, 2^0, 2^1, 2^2, 2^{n-2}$  и  $2^{n-2}$ , где  $n + 1$  число магистралей.

3. Устройство управления расходом текучей среды, содержащее множество магистралей, параллельно соединенных между общим входом и общим выходом, на

каждой из которых установлен клапан, снабженный приводом, подключенным к средству управления, обеспечивающему выборочное открытие и закрытие клапанов с обеспечением импульсного режима их работы, отличающееся тем, что пропускные способности указанных магистралей

5

соотносятся друг с другом так, что пропорциональны одной из множества, причем коэффициенты пропорциональности представляют собой следующий степенной ряд:  $2^0, 2^0, 2^1, 2^2, 2^{n-4}$  и  $2^{n-3}$ ,  $(2^{n-4} + 2^{n-3})$  и  $(2^{n-4} + 2^{n-2})$ , где  $n + 1$  число магистралей.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

RU 2079163 C1

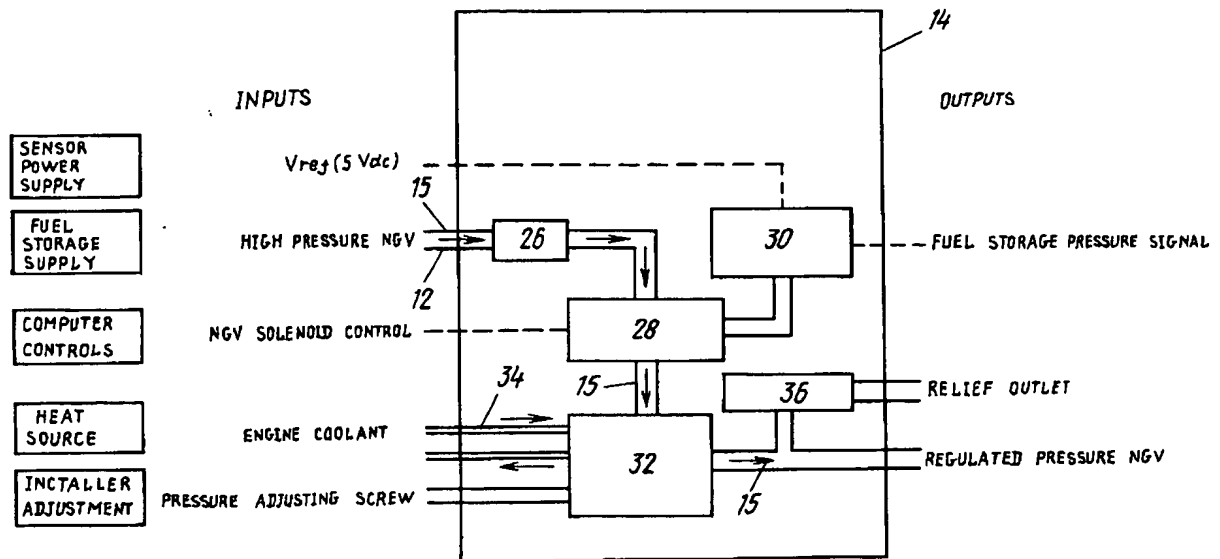
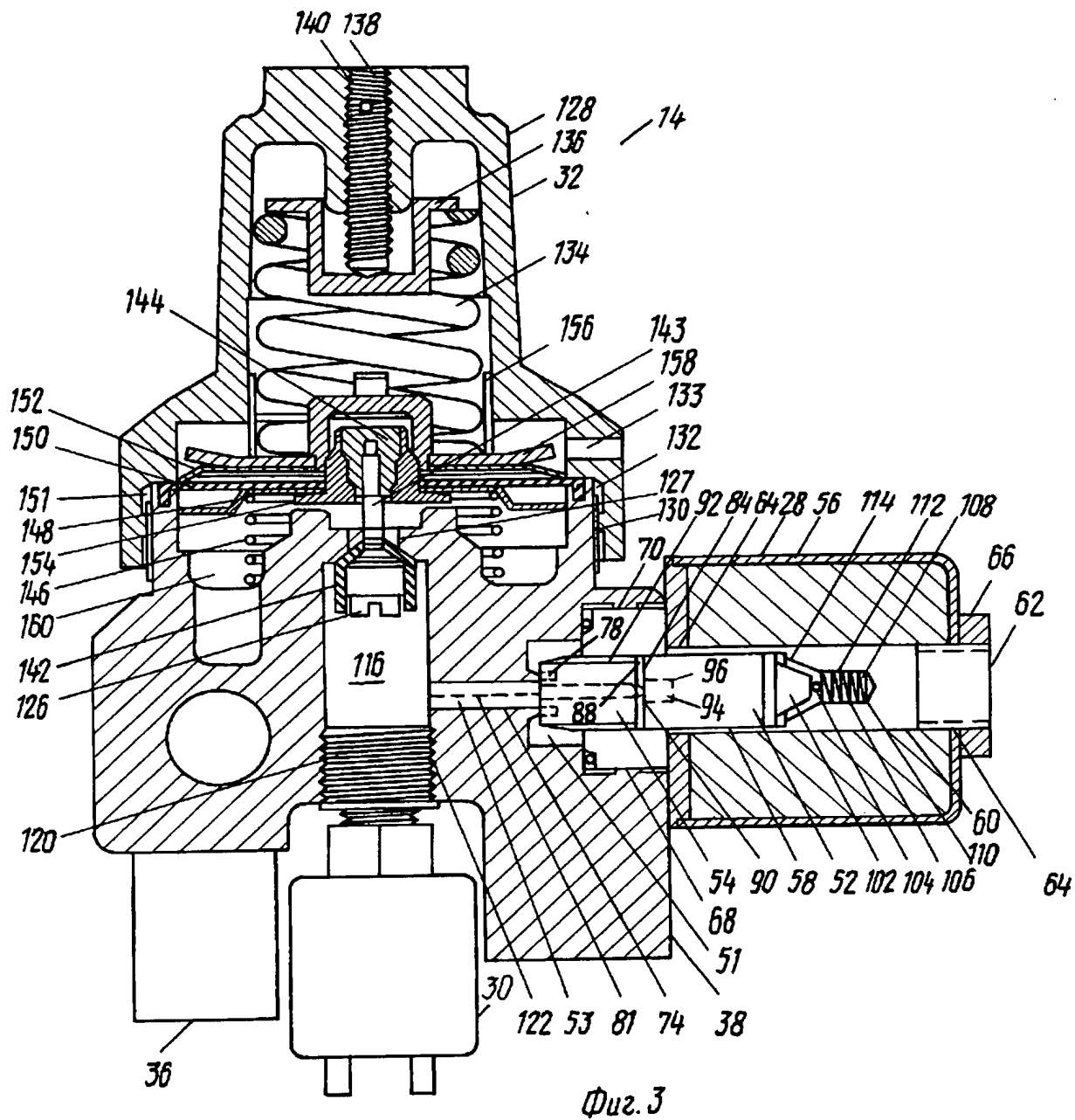
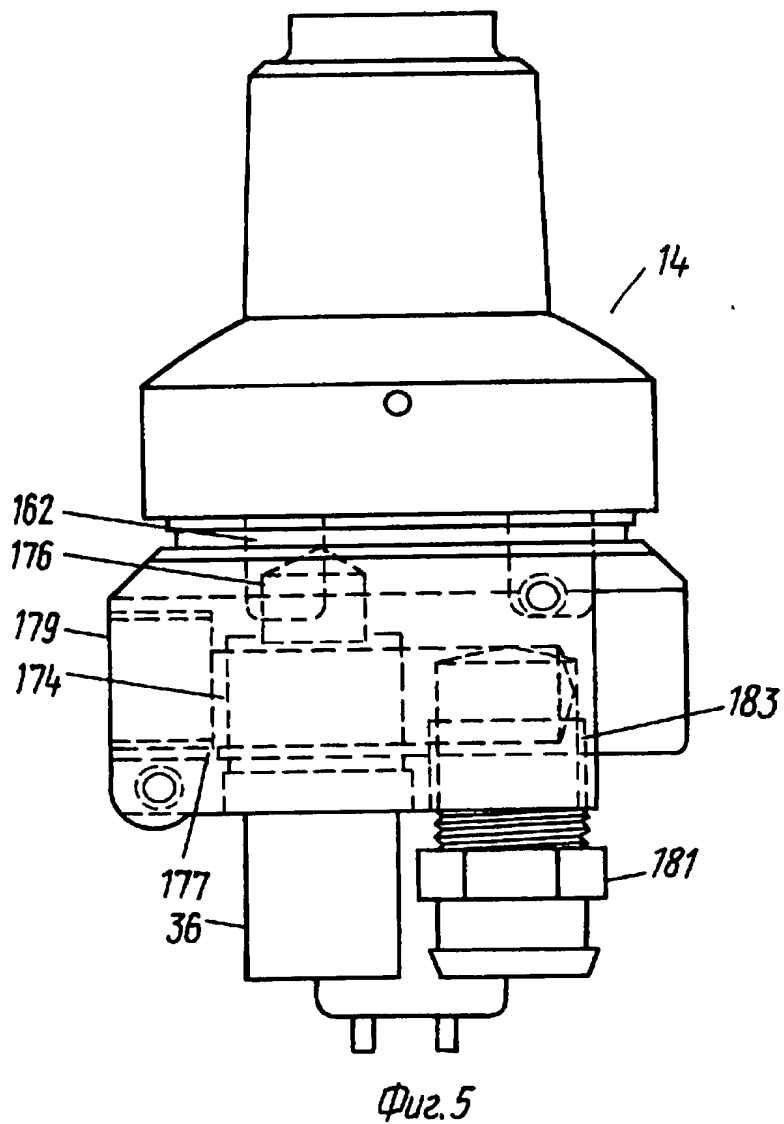
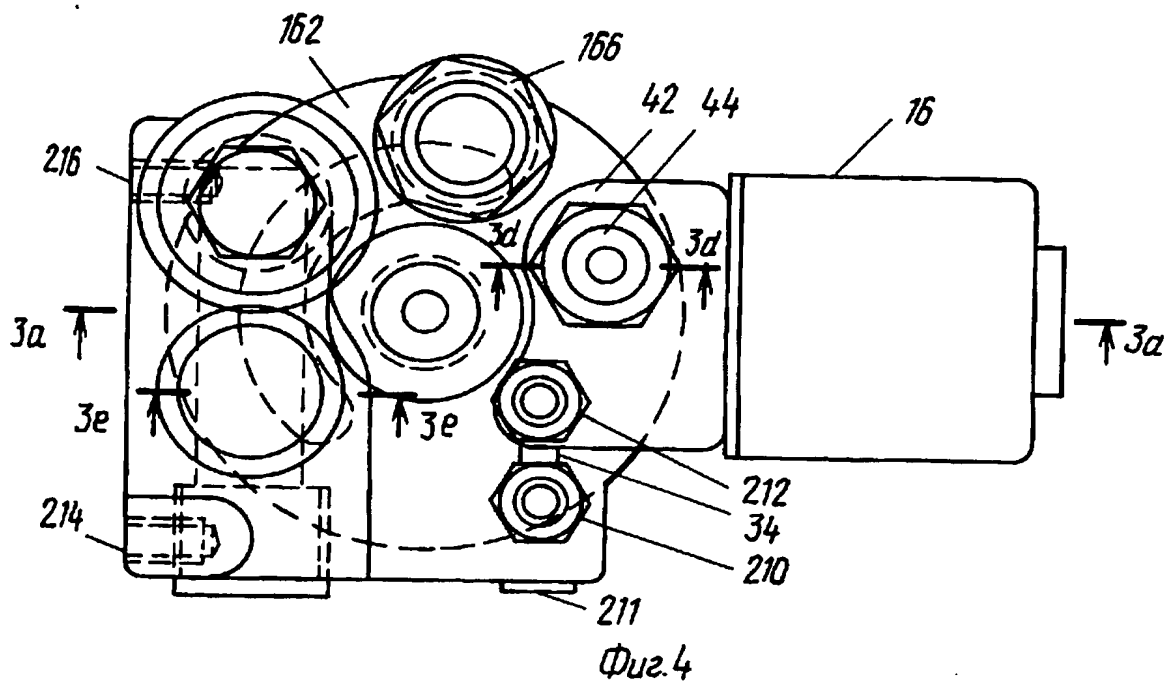
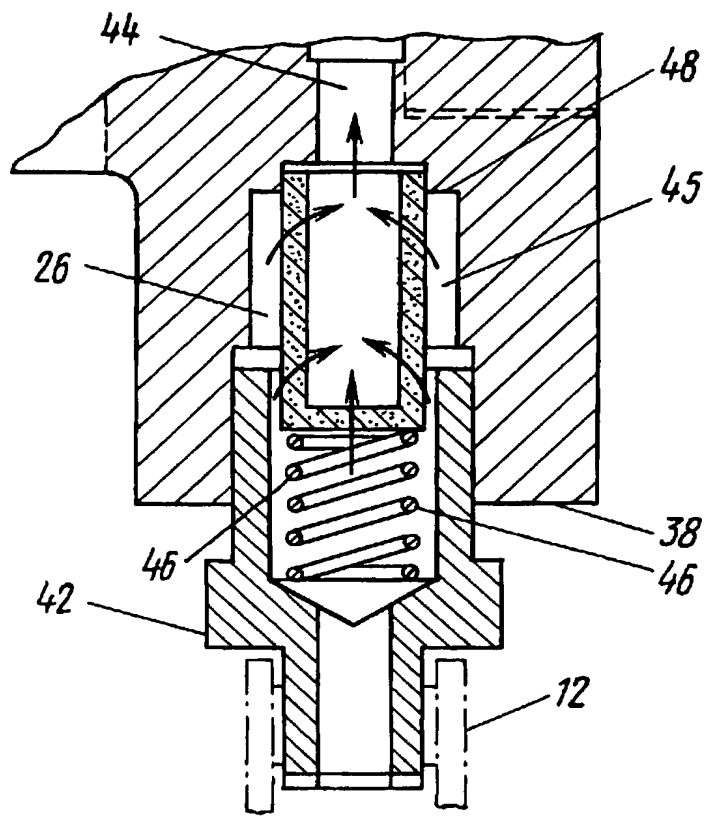


Fig. 2

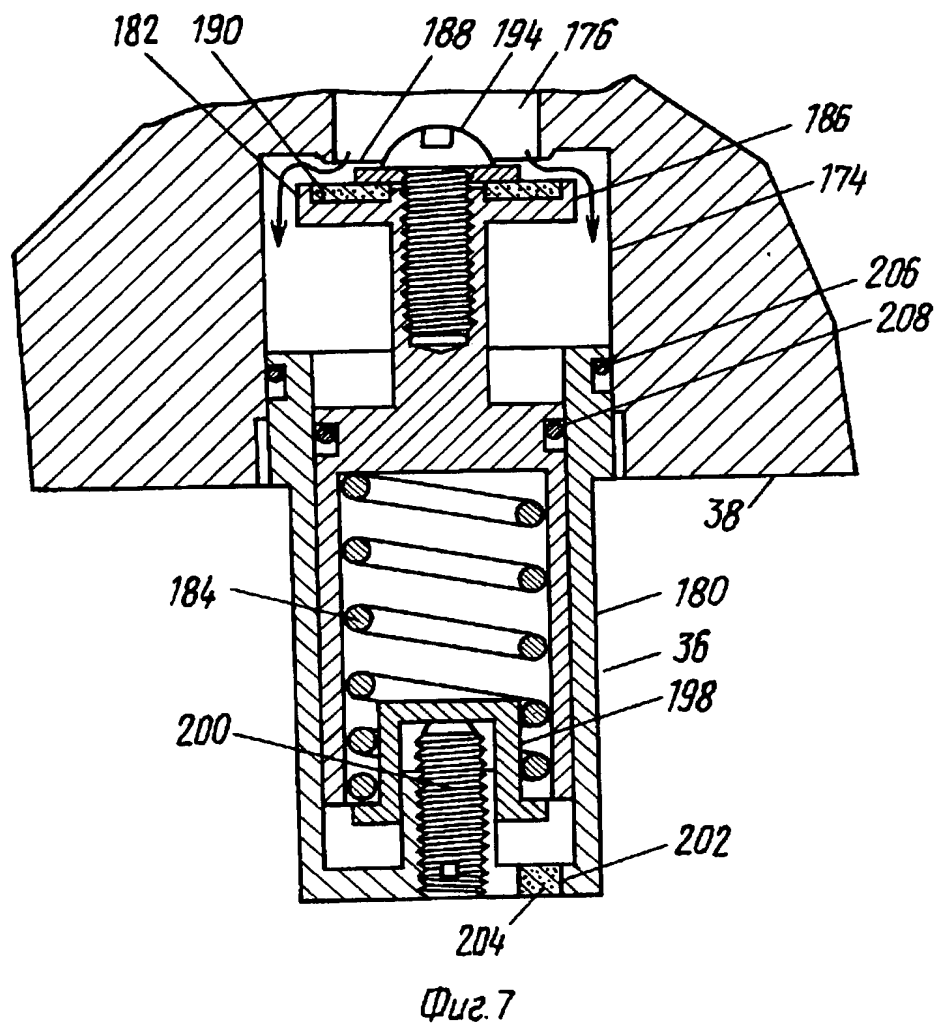
RU 2079163 C1

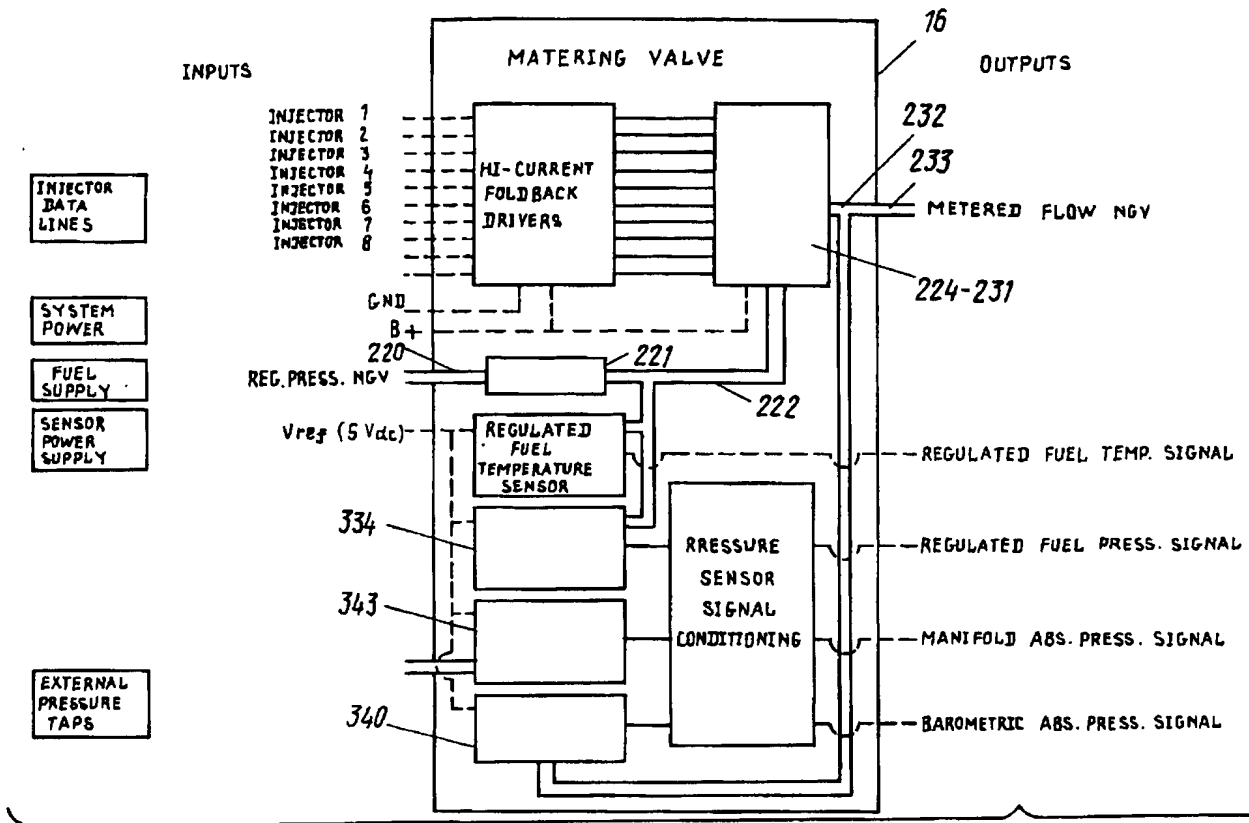




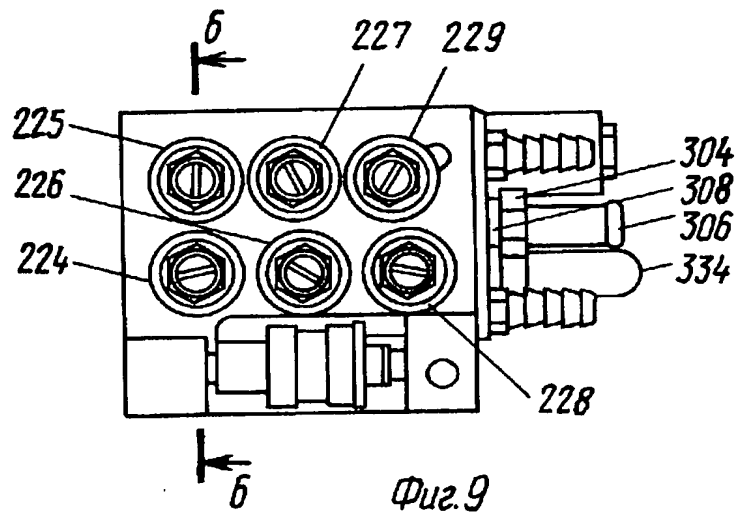


Фиг. 6



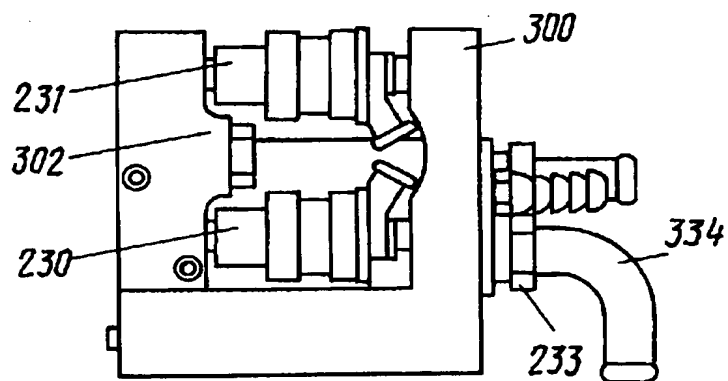


Φu2.8

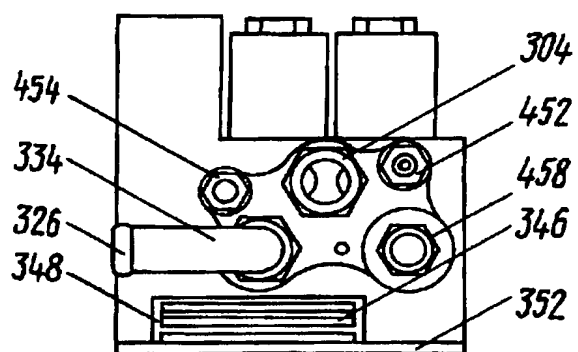


RU 2079163 C1

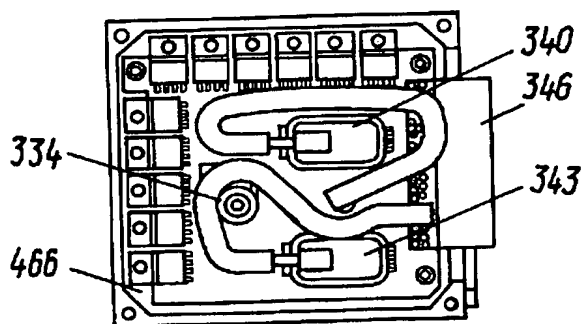
RU 2079163 C1



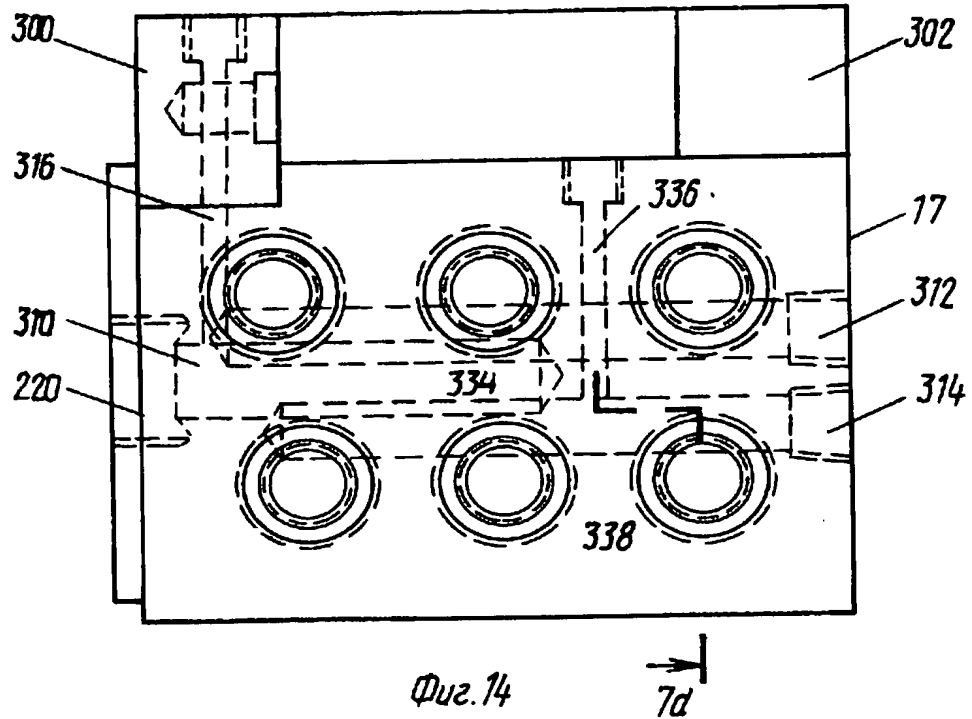
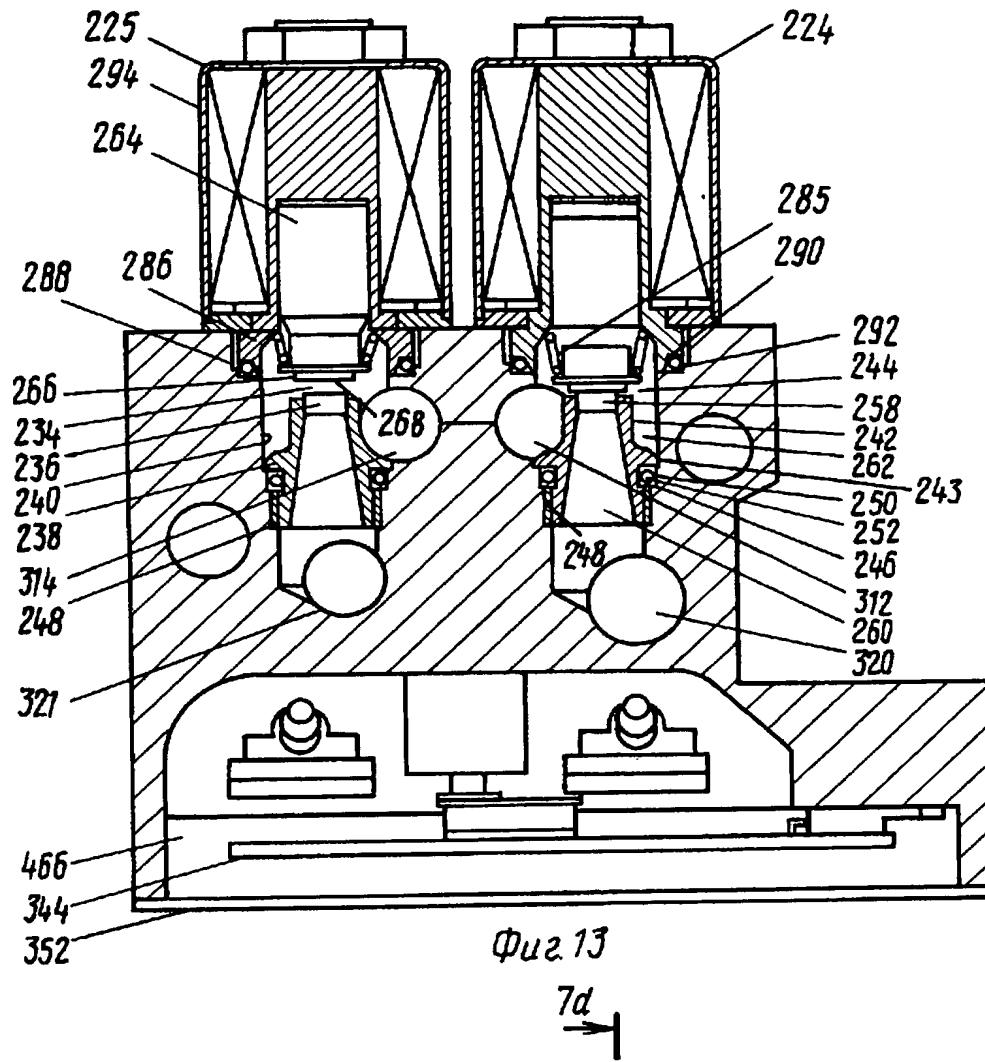
Фиг. 10

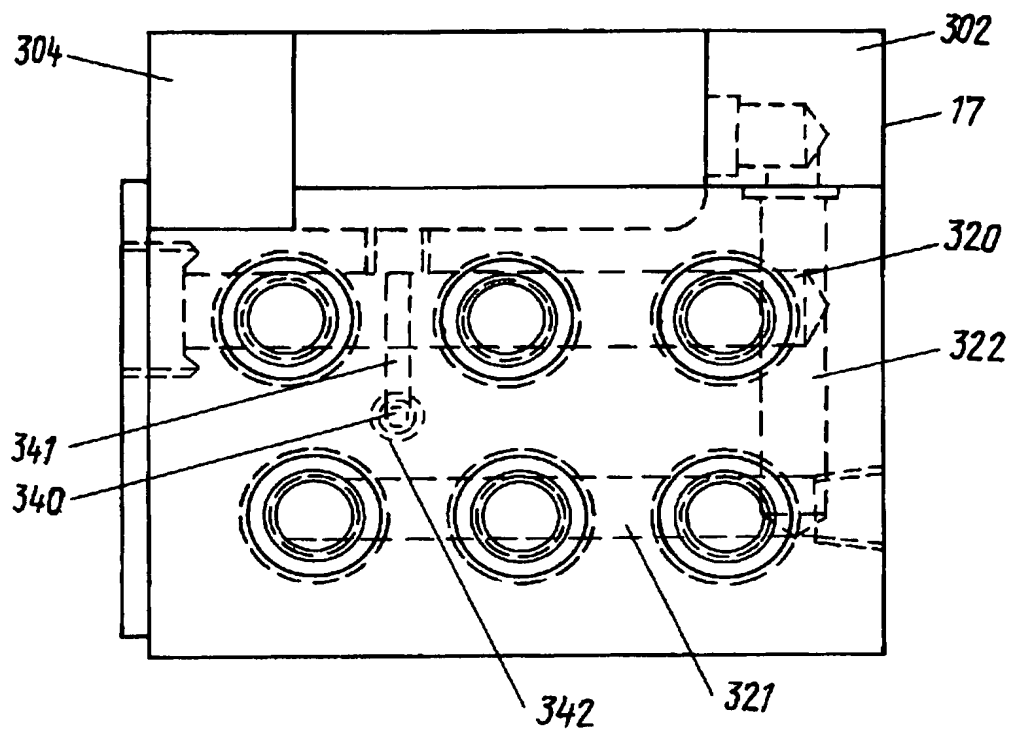


Фиг. 11

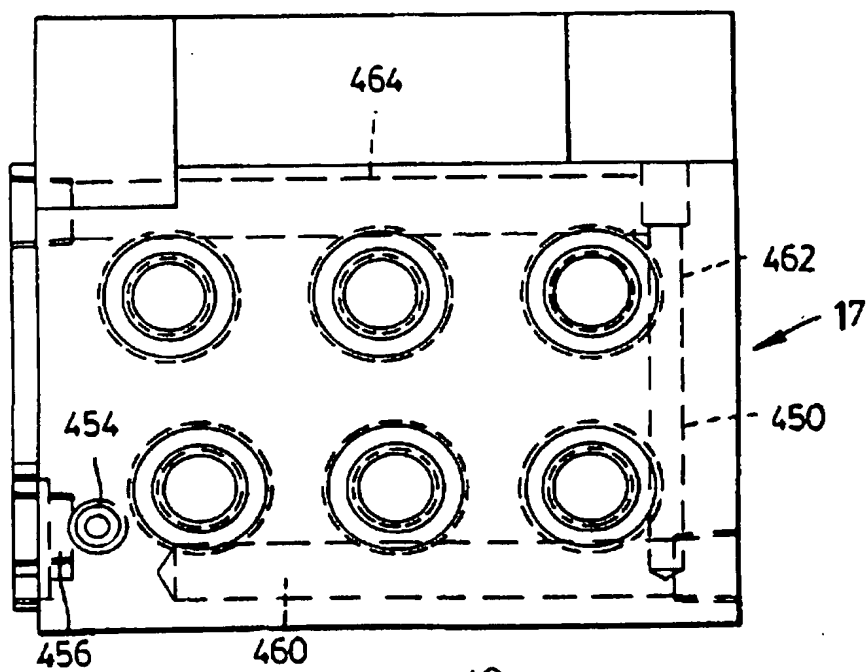


Фиг. 12

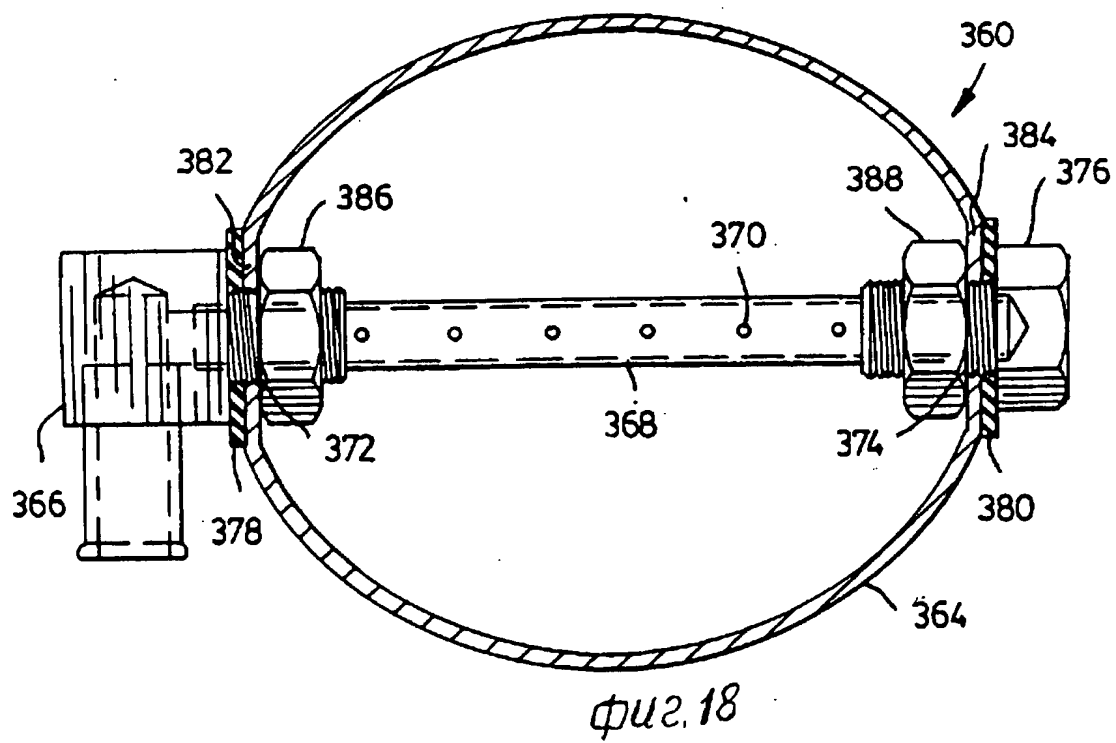
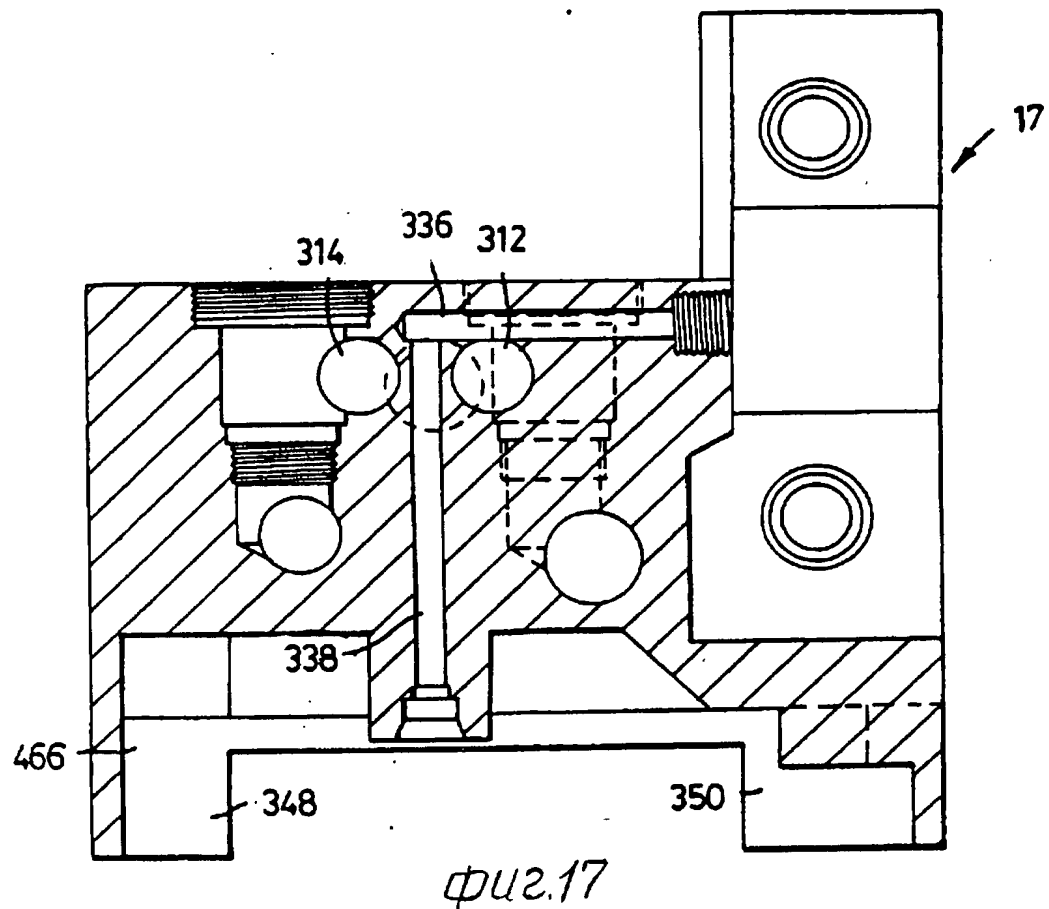




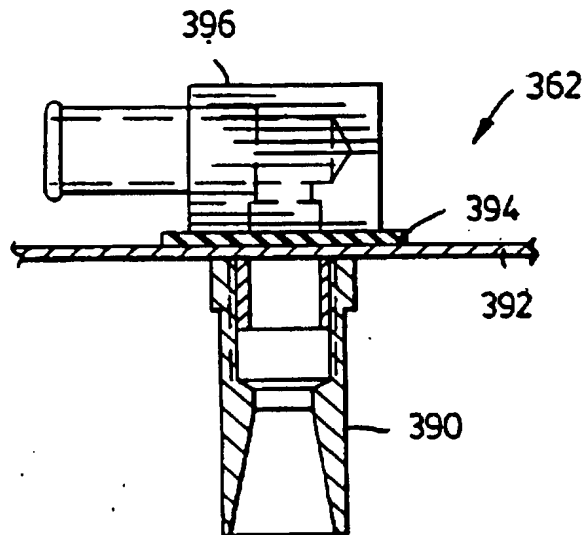
Фиг. 15



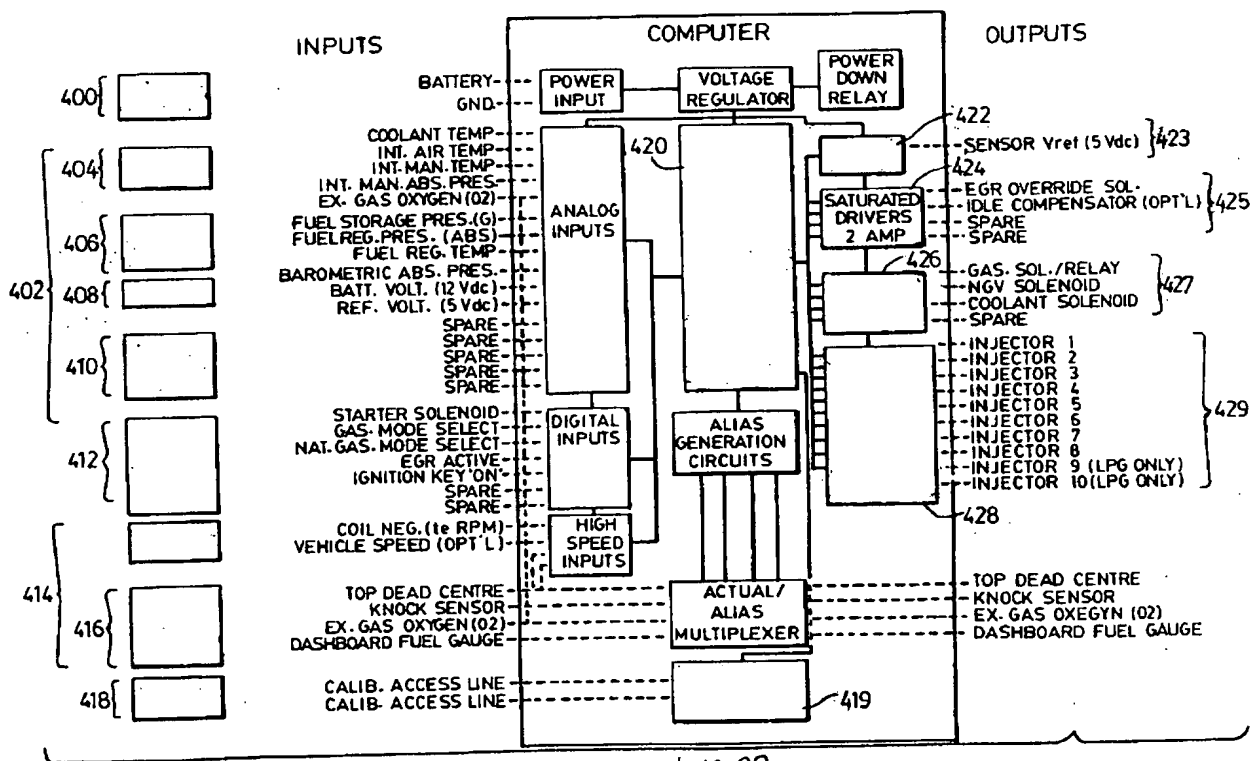
Фиг. 16



RU 2079163 C1



φ42.19



φ42.20

RU 2079163 C1